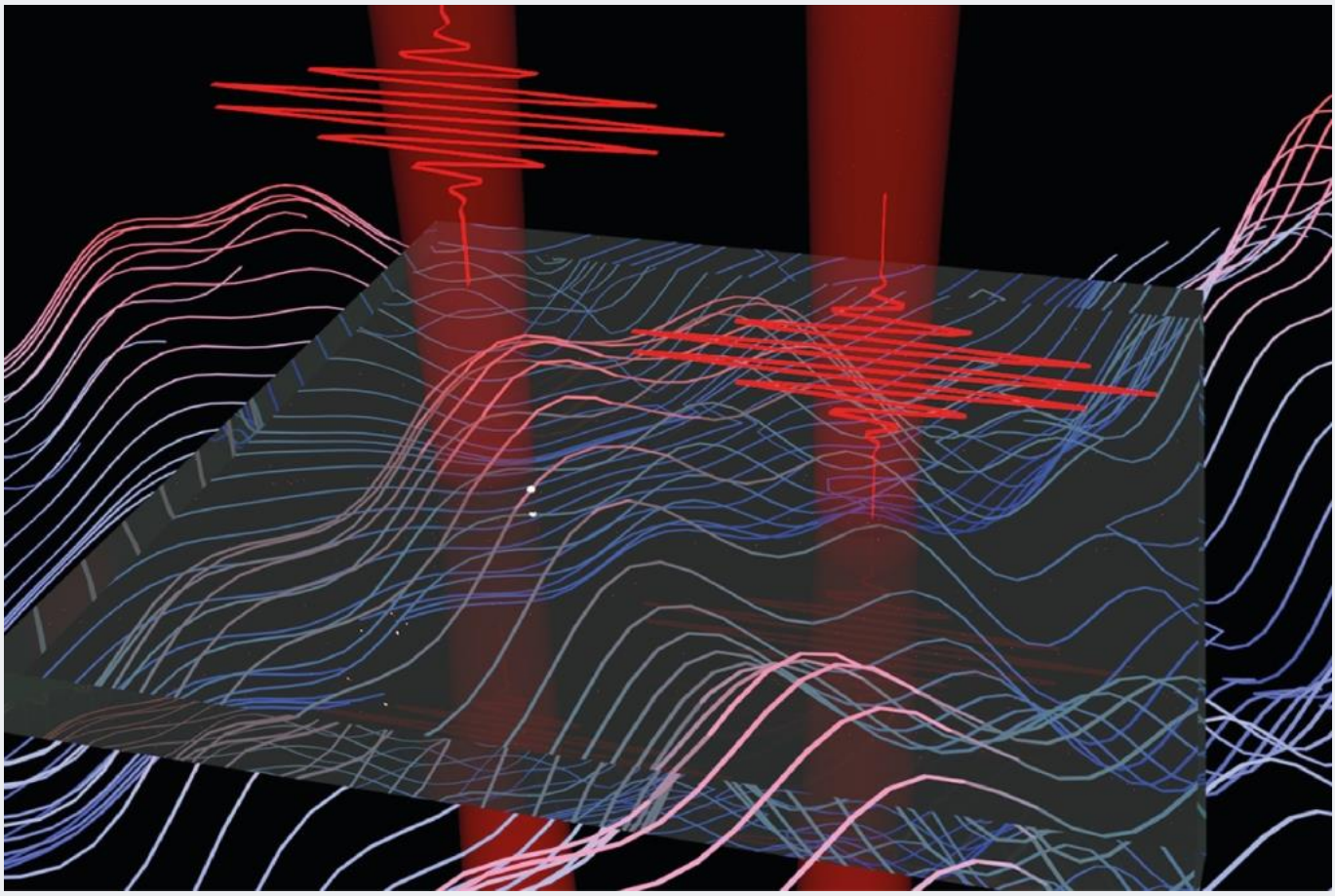
Ученые СПбПУ объяснили парадокс квантовых сил в наноустройствах



Ученые Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) предложили новый подход к описанию взаимодействия металла с электромагнитными флуктуациями, то есть со случайными всплесками электрического и магнитного полей. [redacted] имеют большой потенциал для применения в фундаментальной физике и для создания перспективных наноустройств различного назначения.

Ученые Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) предложили новый подход к описанию взаимодействия металла с электромагнитными флуктуациями, то есть со случайными всплесками электрического и магнитного полей. Полученные результаты имеют большой потенциал для применения в фундаментальной физике и для создания перспективных наноустройств различного назначения.

На работу микромеханизмов в современных устройствах оказывает влияние обусловленная электромагнитными флуктуациями сила Казимира, то есть сила притяжения между двумя поверхностями в вакууме. Такое взаимодействие между электрически незаряженными телами, расположенными на расстоянии меньше микрометра, было теоретически описано в середине XX века академиком Евгением Лифшицем. Однако в некоторых случаях теория Лифшица противоречила экспериментальным результатам, а с проведением более точных измерений сил Казимира в наноустройствах обнаружился загадочный парадокс.

> «Предсказания теории Лифшица совпадали с результатами измерений только при условии, что потери энергии электронов проводимости в металле при вычислениях не учитывались. Эти потери, однако, реально существуют! Даже из обыденного опыта всем хорошо известно, что при прохождении электрического тока провод слегка нагревается. В литературе эта ситуация получила название “загадки сил Казимира”»,— говорит Галина Климчицкая, профессор Института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций СПбПУ.

Ученым СПбПУ удалось одновременно учесть потери энергии электронов в металле и согласовать предсказания теории Лифшица с высокоточными измерениями сил Казимира. В научной статье предложен новый подход к описанию взаимодействия металла с электромагнитными флуктуациями, учитывающий тот факт, что флуктуации могут быть двух типов. Так называемые реальные, то есть подобные наблюдаемым электромагнитным полям, и виртуальные, которые непосредственно наблюдаться не могут и аналогичны виртуальным частицам, из которых состоит квантовый вакуум.

«Предложенный подход приводит приблизительно к тому же вкладу реальных флуктуаций в силу Казимира, что и обычно используемый, но существенно изменяет вклад виртуальных флуктуаций. В результате теория Лифшица приходит в согласие с экспериментом при одновременном учете энергетических потерь электронов в металле»,— комментирует результат научного исследования Владимир Мостепаненко, профессор Института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций СПбПУ.

Опубликованные результаты относятся к немагнитным металлам. В дальнейшем предполагается распространить их на материалы, обладающие ферромагнитными свойствами. В результате откроются широкие возможности для надежного расчета и создания все более миниатюрных наноустройств, функционирующих под воздействием сил Казимира.

«В общем плане можно сказать, что развитые методы расчета необходимы уже в настоящее время для разработки и создания первых лабораторных образцов квантовых переключателей, прерывателей света и оптических модуляторов, использующих эффекты электромагнитных флуктуаций. Поскольку все большая миниатюризация является общей тенденцией в развитии нанотехнологий, в дальнейшем можно ожидать все более широкого применения полученных результатов в самых разных областях. Если же ставить вопрос о непосредственном практическом использовании результатов фундаментальных исследований, то полезно помнить об известном ответе Фарадея на вопрос одной дамы о практическом применении недавно открытого им явления электромагнитной индукции. “Леди,— ответил он,— что можно наверняка сказать о том, чего достигнет в будущем новорожденный младенец?” Это теперь мы знаем, что на этом открытии Фарадея основаны все применения электричества, вся современная техника и даже обыденная жизнь людей. Поэтому не стоит преждевременно задавать слишком конкретные вопросы о практической пользе фундаментальных научных результатов. Они ценны сами по себе, а их практическая значимость выявится со временем»,— поясняет Галина Климчицкая.